

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。 #6

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年 8月 4日

出 願 番 号
Application Number:

特願2000-237275

出 願 人
Applicant(s):

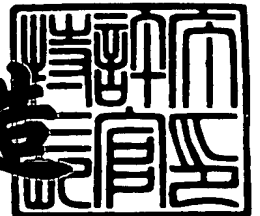
シャープ株式会社



2001年 6月12日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3055091

【書類名】	特許願
【整理番号】	00J02213
【提出日】	平成12年 8月 4日
【あて先】	特許庁長官殿
【国際特許分類】	G02B 6/00
【発明の名称】	光通信モジュール
【請求項の数】	8
【発明者】	
【住所又は居所】	大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内
【氏名】	石井 頼成
【発明者】	
【住所又は居所】	大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内
【氏名】	松島 俊幸
【発明者】	
【住所又は居所】	大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内
【氏名】	藤田 英明
【発明者】	
【住所又は居所】	大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内
【氏名】	岩井 敬文
【発明者】	
【住所又は居所】	大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内
【氏名】	倉田 幸夫
【発明者】	
【住所又は居所】	大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

式会社内

【氏名】 田村 寿宏

【特許出願人】

【識別番号】 000005049

【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100065248

【弁理士】

【氏名又は名称】 野河 信太郎

【電話番号】 06-6365-0718

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014203

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9003084

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光通信モジュール

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 送信光を出射する放射部材と、放射部材に外部伝送用の光ファイバを離脱可能に接続するための接続具を備え、その接続具は光ファイバ接続時に光ファイバの端部を同軸に受入れて固定する筒状の収容部を有し、光ファイバ接続時には光放射部材からの送信光はその光軸が光ファイバの光軸と所定角度で交差して光ファイバ端面へ入射し、光ファイバの離脱時には前記出射ビームが収容部内壁に衝突するように、放射部材と接続具とが配置されてなる光通信モジュール。

【請求項 2】 収容部は、衝突する出射ビームを発散するように内壁が加工されてなる請求項 1 記載の光通信モジュール。

【請求項 3】 収容部は、衝突する出射ビームを散乱させる光散乱部材を内壁に備えてなる請求項 1 記載の光通信モジュール。

【請求項 4】 収容部は、衝突する出射ビームを吸収する光吸収部材を内壁に備えてなる請求項 1 記載の光通信モジュール。

【請求項 5】 収容部は、衝突する出射ビームを反射吸収する凹部を内壁に備えてなる請求項 1 記載の光通信モジュール。

【請求項 6】 光ファイバの前記端部は端面が光ファイバの光軸に垂直で、光ファイバはコアおよびクラッドがそれぞれ屈折率 n_1 、 n_2 を有するとき、前記所定角度が $\sin^{-1}(\sqrt{n_1^2 - n_2^2})$ より小さいことを特徴とする請求項 1 記載の光通信モジュール。

【請求項 7】 光ファイバの前記端部は端面が光ファイバの光軸に垂直な面に対して鋭角をなす請求項 1 記載の光通信モジュール。

【請求項 8】 光ファイバの前記端部は端面が凸レンズ状に形成されてなる請求項 1 記載の光通信モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、光ファイバを用いて光信号を送信することのできる光通信モジュールに関し、より詳しくは、プラスチック光ファイバ等のマルチモード光ファイバを伝送媒体として、家庭内通信や電子機器間通信、LAN (Local Area Network) 等を使用することのできる光通信モジュールに関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

従来、光ファイバを伝送媒体として信号光の送信を行う光通信モジュールにおいて、一般に屋内で使用される伝送速度が百Mbps以下の低速通信には光源としてLEDが使用され、主に幹線系で使用されるGbpsオーダーの高速通信用には光源としてLD (半導体レーザ) が使用されてきた。

【 0 0 0 3 】

LEDを使用する場合あまり問題とならないが、LDを使用する場合、その放射光のコヒーレンス性により光ファイバのコネクタが外れた状態において漏洩する放射光により目や皮膚を損傷する危険性があるため、JIS等で取り扱いに関し細かく規制されている。従って、光通信モジュールにおいては、光ファイバのコネクタが外れた状態においてその規格内に放射光が収まるように、主に①シャッタ等で機械的にLDからの放射光の漏洩を防止する。②コネクタの離脱を感知して電氣的にLDをオフにする等の工夫がなされている。

【 0 0 0 4 】

その一例として、前記①シャッタ等で機械的にLDからの放射光の漏洩を防止する方法が特開平9-211264号公報に開示されている。図17, 18に基づいてこの方法を説明する。

【 0 0 0 5 】

図17, 18において、101はこの発明の基本となる送信光漏洩防止用シャッタ、102は送信光放射部材、103はレセプタクル、104は後記するフェルール固定用の円筒、105は光コネクタ、106はフェルール、107は光ファイバへの送信光、108は光ファイバを示す。

【 0 0 0 6 】

101はリン青銅等の弾性を持った部材で作成され、光ファイバコネクタ10

5 が挿入された状態では、図 1 8 に示すように、前記光ファイバコネクタ 1 0 5 に押し倒される形で傾倒し、コネクタ挿入を阻害しないような形になっており、送信光 1 0 7 は図示されないフェール 1 0 4 に内包される光ファイバ 1 0 8 に結合される。

【 0 0 0 7 】

次に前記光ファイバコネクタ 1 0 5 が外された場合、前記送信光漏洩防止用シャッタばねの力で復元し前記送信光の光路を遮断し、送信光がモジュールの外へ放射されるのを防止する構造になっている。

【 0 0 0 8 】

【発明が解決しようとする課題】

近年、I E E E 1 3 9 4 や A T M 等の普及により家庭内等の屋内の機器間通信においても、数百 M b p s オーダーの高速度が必要になり送信用光源として L E D でなく L D が使用されるようになってきた。この場合、幹線系やオフィスの L A N と比べて、コネクタの抜き差し回数が比較にならないほど増加する。従来例のように機械的な機構を利用した方式は何回もの繰り返し使用を行う場合に信頼性の問題がある。また、コスト的にも微小な光通信モジュール内にシャッタのような機構を設けることは好ましくない。

【 0 0 0 9 】

また、電氣的にコネクタの着脱を検知する方法も、機械的な方法よりは信頼性があるが、1 0 0 % 確実に動作する保証はなく人体への安全の基本的な理念であるフェールセーフの観点からも好ましくない。また前例と同様にコストアップにつながる。

【 0 0 1 0 】

また、L D の出力自体を恒常的に下げること考えられるが、光ファイバに結合される送信光量自体が下がることになり、S N 比が低下して長距離伝送時の支障となる。

【 0 0 1 1 】

【課題を解決するための手段】

この発明は、送信光を出射する放射部材と、放射部材に外部伝送用の光ファイ

バを離脱可能に接続するための接続具を備え、その接続具は光ファイバ接続時に光ファイバの端部を同軸に受入れて固定する筒状の収容部を有し、光ファイバ接続時には光放射部材からの送信光はその光軸が光ファイバの光軸と所定角度で交差して光ファイバ内へ入射し、光ファイバの離脱時には前記出射ビームが収容部内壁に衝突するように、放射部材と接続具とが配置されてなる光通信モジュールを提供するものである。

【 0 0 1 2 】

【発明の実施の形態】

この発明において送信光を出射する放射部材は、例えば、半導体レーザおよび送信光学系からなる。

また、光ファイバの接続具には、光ファイバの端部を受け入れて接続するためのレセプタクル方式のものをを用いることができる。

【 0 0 1 3 】

収容部内壁は前記出射ビームの衝突部位が出射ビームを発散するように加工されることが好ましい。

また、収容部は、前記出射ビームを散乱させる光散乱部材を内壁に備えてもよいし、前記出射ビームを吸収する光吸収部材を内壁に備えてもよいし、前記出射ビームを反射吸収する凹部を内壁に備えてもよい。

光ファイバの前記端部は端面が光ファイバの光軸に垂直で、光ファイバはコアおよびクラッドがそれぞれ屈折率 n_1 、 n_2 を有するとき、前記所定角度が $\sin^{-1}(\sqrt{n_1^2 - n_2^2})$ より小さいことが好ましい。

光ファイバの前記端部は、端面が光ファイバの光軸に対して鋭角をなしてもよいし、また、端面が凸レンズ状に形成されてもよい。

【 0 0 1 4 】

次に、半導体レーザを使用する場合の放射安全基準について説明する。

半導体レーザを使用する場合の放射安全基準は、米国の $ANSI Z 136.1$ 、 IEC 、 $JIS C 6802$ 等により定められているが、基本的には人体障害、即ち、目及び皮膚に対する障害発生のしきい値で定められ、各規格間でほぼ統一されている。今回は JIS を引用する。

【0015】

前記しきい値は、レーザ製品の放射波長、発振の形態又はレーザ光源が点光源若しくは分散光源であるかどうかにより異なり、レーザ放射による障害発生率が50%のレベルの1/10の強度であるMPE (Maximum Permissible Exposure) 値が決められている。MPEは基本的に目に対するものと皮膚に対するもので異なり、更に目に対するものはビーム内観察状態と分散光源観察状態により異なる。

【0016】

光源を見る視野角が限界視覚 α_{min} より大きい場合が分散光源観察状態である。通常は光ファイバコネクタが外れた状態では、半導体レーザからの放射光は光学系を介して低いNAで外部へ放射されるためビーム内観察状態となり、光ファイバからの放射光はファイバ端面のランバート分布型面光源として扱えるため分散光源観察状態になる。

【0017】

また露光量の測定や計算を行う基準となる開口は限界開口と呼ばれる。放射照度や放射露光を平均して求める際に用いる円形領域の直径となる。今回は後述するように目に対する安全性、特に波長400～1400nmまでの光について議論するので7mmが適用される。

また、この発明の繰り返しパルスレーザや変調レーザの場合、MPE値は後述する算定法に基づいた値が適用される。

【0018】

また、レーザビームの波長、エネルギーの大きさ及びパルス特性は広い範囲にわたる可能性があるため、レーザビームを用いるときに起こる障害は広範囲に変化する。従ってレーザーを一つのグループとして共通の安全基準を適用できないため、クラス分けされる。各クラスはそれぞれAEL (Accessible Emission Limit 被爆放出限界値) で細かく規定されている。レーザ製品のクラス分けは、AELが最高のクラスになるように行う。

【0019】

なお、クラス1レーザとは、基本的に安全なもので、どのような条件の下でも

最大許容露光レベルをこえることがあってはならない。設計によって技術的にMPEをこえないものも含む。また、クラス2レーザとは、可視光（波長範囲400～700nm）を放出し、CW若しくはパルスで動作する低出力のものとする。放出持続時間が0.25秒までのクラス2レーザの出力パワー若しくはエネルギーは、これに対応するクラス1のAELに制限しなければならない。CWレーザでは、放出持続時間が0.25秒以上のクラス2レーザ出力パワーの上限は、1mWである。

【0020】

クラス分けの基準時間であるが、今回議論する波長400nm以上のレーザ製品で、製品の機能若しくは設計上レーザ放射を覗きこんで使用しない場合は軽減された持続時間1000秒が適用される。

【0021】

この発明では、皮膚に対する安全性は目に対する安全性よりしきい値が数桁大きく全く問題ない。したがって、レーザ製品のクラス分けは目に対する安全性で決定される。即ち最も厳しいしきい値で議論する必要がある。また光ファイバコネクタのように一般消費者により頻繁に取り外しを行う用途のあるものに関しては、コネクタが外れたときにレーザ光が目にはいることを前提にした設計にしてその光量を規定レベルのクラス1若しくはクラス2以下に抑えるか、機械的若しくは電氣的なシャッタ等で外部へ漏れない構造にする必要がある。この発明は前者に相当する。

【0022】

例えば、近年家庭内ネットワーク用途としてPOFが注目されているが、そのPOFには波長透過域より波長650nmの半導体レーザが光源として使用される。NRZ符号で伝送レート250Mbpsのときを例に取り目に入る光量の既定値を算出する。

【0023】

通常通信用LDはパルス変調されるのでパルスレーザの規定をあてはめる必要がある。波長400～1400nmに対するMPEは、次の（a）、（b）、（c）の中で最も厳しいものを用いて決定される。他の波長に関しては次の（a）

、(b)の厳しいほうで決定される。

【0024】

(a) パルス列内のどの単一パルスからの露光も、単一パルスからのMPEをこえてはいけない。

(b) パルス持続時間Tのパルス列の平均放射照度は、パルス持続時間Tの単一パルスに対するMPEをこえてはならない。

(c) パルス列内のどの単一パルスからの露光も、次の式で算出したMPE_{train}をこえてはならない。

【0025】

$$MPE_{train} = MPE_{single} \times N^{0.25}$$

MPE_{train} : パルス列内の単一パルスからの露光

MPE_{single} : 単一パルスのMPE

N : 露光中に予測されるパルスの数

【0026】

以上の(a)、(b)、(c)を放射パワーに換算する。放出持続時間t秒(パルス幅)に対するAELをAEL(t)、これに対する光量をP_{max}(t)、パルス列の持続時間をT秒、T秒中のパルス数をN、パルス列の平均放射パワー(平均光量)をP_a、及びパルス列中の単一パルスに対して許容される出射光量をPとすると、上記(a)、(b)、(c)は以下の式になる。

【0027】

$$(a) P \leq P_{max}(t) = AEL(t) / t \quad \dots \textcircled{1}$$

$$(b) P_a \leq P_{max}(T) = AEL(T) / t \quad \dots \textcircled{2}$$

$$\therefore P = P_a * T (N * t) \leq AEL(T) / (N * t)$$

$$(c) P \leq (AEL(t) * N^{0.25}) / t \quad \dots \textcircled{3}$$

【0028】

NRZ符号で250Mbpsであるので、周波数fは125MHzとなる。また、通常信号は0101の繰り返しでなく、0や1が5～10個連続した値となる場合もある。ここでは0若しくは1が最大で5個まで続く符号方式を考える。パルス幅の最小値は4nsec、最大値は20nsecとなるので、平均値とし

て12nsecのパルスの0101が125MHzで繰り返すとして取り扱う。
T秒すなわち1000秒ではパルス数Nは4.17E10となる。

【0029】

ここで最大許容露光量について算出する。

図15及び図16はパルス駆動時のレーザ出力の換算方法の一例である。時間
T、周波数Fに対し、パワーP、平均パワーPa、パルス発生時間tとしている

【0030】

(a)の場合、図15を用いて算出する。

①式に $t = 12 \text{ nsec}$ に対応するAELを代入すると

$$P \leq AEL(t) / t = 7 * (10^{-4}) * (t^{-0.25}) = 66.9 \text{ mW}$$

【0031】

(b)の場合、図16を用いて算出する。

②式に $T = 1000 \text{ sec}$ に対するAEL、1000sec中のパルス幅及びt
を代入すると

$$P \leq AEL(T) / (N * t) = 2 * AEL(T) / T = 0.246 \text{ mW}$$

【0032】

(c)の場合

③式に1000sec中のパルス数Nを代入すると

$$\begin{aligned} P &\leq AEL(t) * (N^{-0.25}) / t \\ &= 7 * 10^{-4} * (t^{-0.75}) / t * (N^{-0.25}) \\ &= 7 * 10^{-4} * (t^{-0.25}) / t * (N^{-0.25}) \\ &= 0.15 \text{ mW} \end{aligned}$$

【0033】

従って、この場合AELtrainで規制されることになる。万が一、送信側
の光ファイバコネクタが外れて目へ送信光が入射しても大丈夫なクラス1、2と
して使用するためには目に対する入射光量を0.15mW以下に抑える必要があ
る。

【0034】

目に対する入射光量の定義を図13を用いて説明する。ここで、目に対する入射光量とは網膜へ結像する量で、レーザの出力を0.15mWに抑えると言うことではない。波長も400nm以下や1400nm以上の光は網膜まで到達しないのであまり問題とならない。また、レーザ光放射部と目との距離が離れている場合は当然光量が弱くなるので問題とならない。逆に距離が近すぎる場合も網膜上に結像することが困難であるため問題とならない。

【0035】

通常はレーザ光放射部からの距離100mmで目の開口7mmφへの入射光量で定義する。よって当然放射光の広がりが多い場合や光源が大きい場合より、光源が小さく広がり角が小さい場合により問題となる。今回の場合光源は点光源に近いので、目に対する入射量は図に示すごとく光ファイバへの入射光の励振NAに依存する。

【0036】

このように網膜に結像する光量が最大となるのは、光源から100mmの位置であり、網膜へ入射する開口は7mm（瞳の大きさ）であるので、光源から100mmの位置でφ7mmのアパーチャに入る最大光量を求め、その光量が0.15mW以下となる放射角（励振NA）以上するか、光源出力を前記光量が0.15mW以下になる様調整する。

【0037】

目への入射光量0.15mWをレーザの出力に換算した場合すなわち、レーザの励振NAと光ファイバへの入射出力の関係を図14に示す。このようにかなりレーザの出力を下げるか若しくは励振NAを大きくしないとクラス1若しくは2以下に抑えることができない。

【0038】

一方、光ファイバが受信側のソケットから外れたとき、光ファイバから出射する光量は、光ファイバを構造NA0.3、口径1mmのPOFとすると、ファイバ出射光の目への結合効率という形で求めると、

$$\left(\left(7 : \text{目の開口} \right)^2 / \left(60 : \text{目の位置での放射光直径} \right)^2 \right) * \left(0. \right.$$

0.12 : 目の受光角の NA 変換値) ² / (0.3 : ファイバの構造 NA) ²) = 0.00002

【0039】

また、ファイバからの放射光の場合分散光源観察状態に相当するので、AEL は

$$\begin{aligned} AEL &= 6636000 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1} \\ &= 0.00255 \text{ J} \cdot (7\text{mm}\phi \text{の面積})^{-2} \cdot (10^{-5} \text{sr})^{-1} \end{aligned}$$

【0040】

T = 1000 であるので

$$\begin{aligned} &= 0.00255 * 10^{-3} \cdot (7\text{mm}\phi \text{の面積})^{-2} \cdot (10^{-5} \text{sr})^{-1} \\ &= 0.00255 \text{ mW} \cdot (7\text{mm}\phi \text{の面積})^{-2} \cdot (10^{-5} \text{sr})^{-1} \\ &= 0.00255 * 50000 = 127.5 \text{ mW} \end{aligned}$$

ファイバ端で 127.5 mW まで ok となりこちらは全く問題のない値となり、前述の送信側のコネクタが外れた時に目の安全性を確保する必要がある。

【0041】

実施例

以下、図面に示す実施例に基づいてこの発明を詳述する。これによってこの発明が限定されるものではない。

(第 1 の実施例)

図 1 はこの発明の基本的な原理を説明するための概略断面図であり、図 2 はレセプタクルの円筒 4 と送信光を図 1 の A 方向から見た図である。

【0042】

図 1 において、光ファイバモジュール 1 は半導体レーザ及び送信光学系を内包した送信光放射部材 2、レセプタクル 3、レセプタクル 3 に固着して取り付けられているフェルル固定用の円筒部材 4 を備えている。ここで送信光放射部材中の半導体レーザが出射する送信光 1 a は後述するファイバの光軸 8 に対し角度 θ

1 だけ傾斜させた構成としている。そして、半導体レーザの送信光 1 a の延長線はフェルル固定用の円筒 4 と交差するように構成されている。

【 0 0 4 3 】

送信光 1 a が直接外部へ放射されない条件すなわち、送信光 1 a を光ファイバの光軸より所定の角度 θ 1 だけ傾斜させ、円筒部材 4 に一旦反射させてから外部へ 1 b のように発散されるような形態にする。円筒 4 の形状・材質等で送信光の発散乱が生じ、前記ファイバ端からの出射の場合と同様の理由で結果的に目への入射光量、正確には網膜への結像光量を大幅に減ずることが可能となる。その結果シャッタのような機械的な処置や送信光量を下げる処置を取らないと大きい送信光量を維持できる。

【 0 0 4 4 】

また、図 2 は半導体レーザから出射した主光線の軌跡を示している。送信光放射部材 2 に設けられた半導体レーザからの主光線 1 a は円筒部材 4 によって反射され、1 b に示すように拡散している様子を示している。半導体レーザを傾斜させ、円筒部材 4 で反射させることで、目へ入射する前の光の広がり角を大きくすることができ、許容量以上の網膜へ結合がなくなる。

【 0 0 4 5 】

上記説明した構成についてさらに詳細に説明する。つまり、半導体レーザからの送信光 1 a が光ファイバを接続しないときに円筒部材で反射させる理由について説明する。

【 0 0 4 6 】

光源が半導体レーザで通常楕円型の強度分布を示すので、今回は半値全角 $\nearrow 8^\circ$ 、半値全角 $\perp 30^\circ$ の半導体レーザを使用し、光学系で NA 変換された後の大きい方の角度すなわち \perp 方向の角度を θ と規定した場合の目に対する許容 LD 出力について説明する。

【 0 0 4 7 】

まず、図 3 にレーザの主光線に対する放射全角と許容 LD 出力の関係を示す。上記で説明したように半導体レーザ光放射部より 100 mm の位置で目の開口 7 mm ϕ の目への入射光量の許容値は 0.15 mW であるが、レーザの送信光に対

する放射全角が大きくなるにしたがって、曲線（a）のように許容量も大きくなる。

【0048】

同じく放射レーザ光を1/2だけ散乱させた場合の結果もあわせて曲線（b）で示す。散乱させた場合、許容LD出力は大きくすることができ、LDの出力を上げることが可能となる。さらに曲線（b）の場合より半導体レーザをファイバの光軸に対しより大きく傾斜させることで、レーザ光の3/4を円筒部材で散乱することが可能な構成にすると曲線（c）のように許容LD出力をさらに大きくすることができる。

【0049】

したがって、レーザビームの少なくとも一部が円筒部材4で反射されている場合にはレセプタクルに接続されていない状態での外部へのレーザ光放射を減少させることができ、特に送信光1aの光軸が円筒部材4と交差するような構成にすれば、外部への放射光量を1/2程度に減少させることができ、その分だけレーザの出力を上げることが可能になる。

【0050】

次に光ファイバコネクタ5をレセプタクル3に接続した場合について説明する。その場合の略断面図を図4に示す。

光ファイバコネクタ5がレセプタクル3に装填された状態では、図4に示すように、送信光は光ファイバ7への結合位置において屈折し角度が光軸に対しある角度に変換される。図4に示す光ファイバ端面の形状は光ファイバ光軸に対して垂直である構成をしている。この場合のファイバの伝搬条件は光ファイバのコアの屈折率を n_1 、クラッドの屈折率を n_2 としたとき、屈折率の関係から、 $\theta_1 < \sin^{-1}(\sqrt{n_1^2 - n_2^2})$ を満足すれば送信光は光ファイバ7の中を伝搬することができる。

【0051】

以上説明したレセプタクルの円筒部材4は、光ファイバコネクタ5の受け側の部材も兼ねる場合があるため、ステンレス等の金属が望ましい。しかし、金属は反射率60～85%と比較的高いため、送信光が発散するような形状に設計する

ことが重要である。また、図 5 の 1 0 に示すように、送信光が反射する部分のみを、送信光の発散に適した形状に設計し、フェルール 6 の受けとして使用する他の部分とは別の形状にすることも可能である。

【 0 0 5 2 】

(第 2 の実施例)

前記実施例は、光ファイバコネクタのフェルールの受け側である、レセプタクルの円筒の内面を用いて送信光を発散させているが、光ファイバが P O F 等で軸ずれ精度が要求されない場合は、円筒の内面を送信光を散乱させる程度に粗くしておいてもよい。図 6 に円筒部材 4 の内面に光散乱部材 1 1 を形成した構造を示す。ここでは円筒部材 4 が成型樹脂製品であれば、内表面を成型時に凹凸ができるようにする。また、金属でもつや消しのメッキを施して反射光が散乱するように表面処理を施し、被膜を形成しておくことも可能である。

【 0 0 5 3 】

同様に、図 7 には円筒部材 4 内壁に光吸収部材 1 3 を塗布し、L D からの光を吸収するような構成にした例である。ここで光吸収部材 1 3 を例えばカーボンを含む黒色エポキシ（反射率約 5 %）等で構成すると送信光 1 a の外部へ漏れる光量は約 1 / 1 0 程度に減少することが可能となり、目に対する L D の許容出力は図 3 の曲線（a）の 1 0 倍にすることが可能である。

【 0 0 5 4 】

光吸収性の黒色エポキシ樹脂の代わりに、光吸収率の大きい N i 等の金属、顔料等を含むアクリル樹脂、若しくはジルコニア等のセラミックスを用いてもよい。ジルコニアセラミックであれば、レセプタクルとしての精度、強度両方とも実現することが可能である。

【 0 0 5 5 】

また、送信光 1 a を反射する部分のみに光吸収部材 1 3 を形成しておくことも可能である。作成方法としては例えば成型の場合にはインサート成型で可能である。なお、図 7 の 1 b は送信光が吸収されて光量が減少していることを示す。外部へ漏れる光量 P_o は図 7 の状態での光吸収部材の反射率を r 、送信光放射部からの光の出力量を P とすると $P_o = P * r$ となる。

【 0 0 5 6 】

(第 3 の実施例)

図 8 では、レセプタクルの円筒部材 4 5 に送信光遮蔽用穴 1 5 が設けられている構成である。この実施例は光ファイバコネクタが外されたとき、送信光が幾何学的に外部へ洩れないようにした場合の一例である。

光ファイバコネクタが外された状態で、送信光 1 a はレセプタクル内の送信光遮蔽用穴 1 5 には入り、送信光遮蔽用穴 1 5 の側壁で遮蔽され、送信光 1 は外部に直接漏れない構造になっている。

【 0 0 5 7 】

また、図 9 は外部に送信光遮蔽部材 1 7 を付加して送信光が直接外部に漏れないような構成である。要は光ファイバコネクタの挿入を妨げない形で、送信光を外部に漏れないような幾何学的な処置を施せばよい。

【 0 0 5 8 】

(第 4 の実施例)

この発明はコネクタの取り外しがほとんどない幹線系のシングルモード石英ファイバへ適用しても意味がない。最も効果的なのがデジタルオーディオ等に利用されている P O F である。P O F はファイバの口径も構造 N A も比較的大きいので、送信光を斜めに入射してもファイバの伝搬モード（図 1 0 の光線 2 1 a）となり結合しやすい。しかしながら、図 1 0 の光線 2 1 b に示すように、場合によっては光線の一部がリーキモードとなる場合もある。このような場合、図 1 1 に示すようにファイバ端面を斜めにカットすれば、送信光自体はファイバの光軸に対し傾斜して入射するが、ファイバに結合時にファイバ端面がプリズムのように働き、ファイバ入射後は光軸に水平に入射したのと同様の効果を持たせることができる。

【 0 0 5 9 】

一方、前記斜め端面はコネクタを所定の向きに挿入しないと効果がない欠点があるので、誤挿入防止キー 2 0 のような位置決めが必要である。

図 1 2 は光ファイバ端面を球状にした P O F を用いた構成である。球端面の場合は、リーキモードとなりやすい外周部の光線をファイバ結合時により大きく屈

折させるレンズ効果があり、P O F や比較的口径と N A の大きい H C P F で効果的である。また、光ファイバ端面を円錐状にしてもよい。円錐の場合は中心部より偏芯させて送信光を結合する必要があるが、P O F は口径が 0. 5 ～ 1 m m と大きいので特に問題とならない。

【 0 0 6 0 】

G 1 ファイバ特に石英製の場合、N A が小さくまた、ファイバコアの外周部になるとほぼクラッドとの屈折率差が小さくなり光を結合しにくい。また口径も小さい。このような場合はコネクタの回転ができない欠点はあるが図 1 1 の斜め端面を使用するのが効果的である。

【 0 0 6 1 】

【発明の効果】

この発明に係る光通信モジュールは、送信光の光ファイバへの斜め入射により送信光が発散、散乱、吸収されるので、人体に有害な強いレーザ光線が通信モジュール外部へ漏れることを防止することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

この発明の光通信モジュールの第 1 の実施例の概略断面図である。

【図 2】

この発明の光通信モジュールの実施例の概略断面図である。

【図 3】

この発明におけるレーザの主光線に対する放射全角と許容 L D 出力の関係を示す図である。

【図 4】

この発明の光通信モジュールをファイバと接続した場合の概略断面図である。

【図 5】

この発明の光通信モジュールの第 1 の実施例を説明する概略断面図である。

【図 6】

この発明の光通信モジュールの第 2 の実施例を説明する概略断面図である。

【図 7】

この発明の光通信モジュールの第 2 の実施例の変形例を説明する概略断面図である。

【図 8】

この発明の光通信モジュールの第 3 の実施例を説明する概略断面図である。

【図 9】

この発明の光通信モジュールの第 3 の実施例の変形例を説明する概略断面図である。

【図 1 0】

光ファイバ端面が垂直な場合の光線の説明図である。

【図 1 1】

この発明において、光ファイバ端面が傾斜している場合の光線の説明図である。

【図 1 2】

この発明において、光ファイバ端面が球状である場合の光線の説明図である。

【図 1 3】

光源と網膜への結像光量の関係を説明する概略図である。

【図 1 4】

光ファイバの励振 NA と目への入射光量を所定値以下に抑えるためのレーザ出力の関係図である。

【図 1 5】

パルス駆動時のレーザ出力の換算方法の一例を示す説明図である。

【図 1 6】

パルス駆動時のレーザ出力の換算方法の一例を示す説明図である。

【図 1 7】

従来の光通信モジュールの構成を示す説明図である。

【図 1 8】

従来の光通信モジュールの構成を示す説明図である。

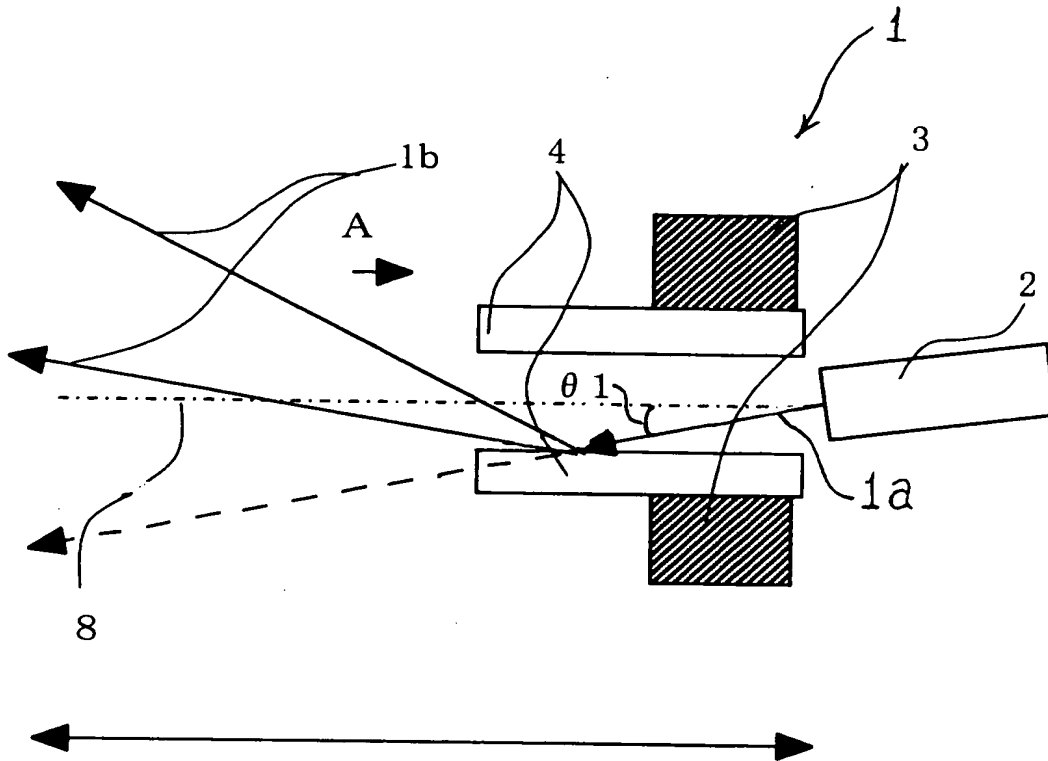
【符号の説明】

1 モジュール

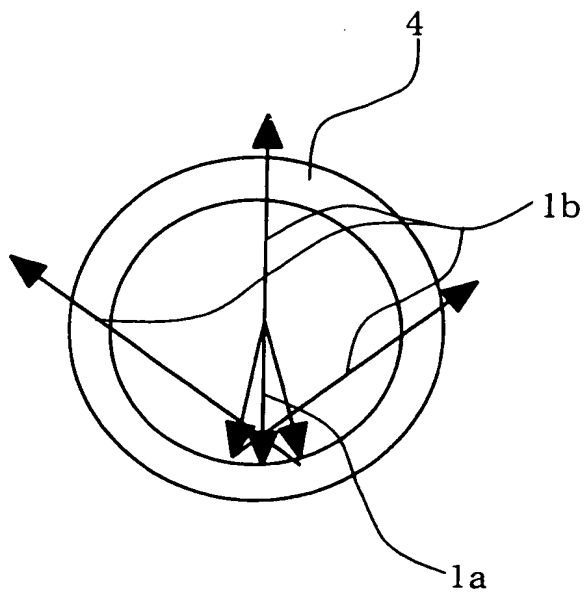
- 1 a 送信光
- 2 送信光放射部材
- 3 レセプタクル
- 4 円筒
- 5 コネクタ
- 6 フェルール
- 7 光ファイバ
- 8 光ファイバ光軸

【書類名】 図面

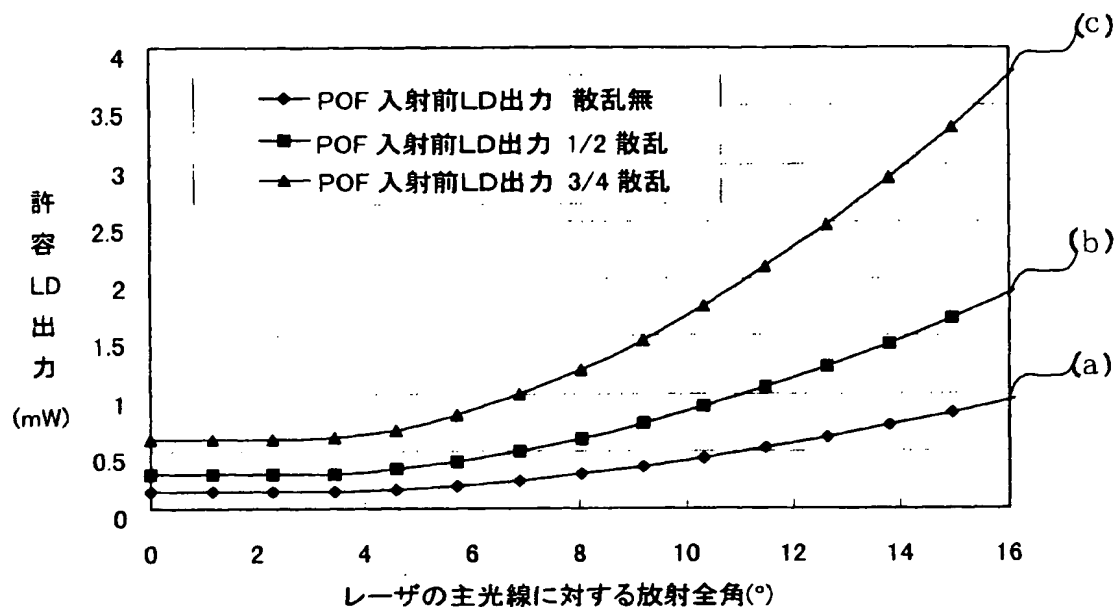
【図 1】



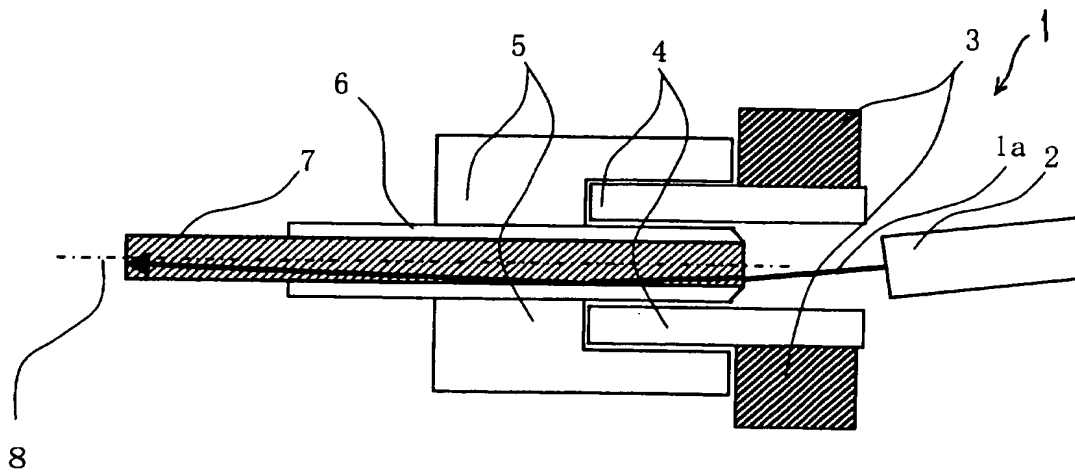
【図 2】



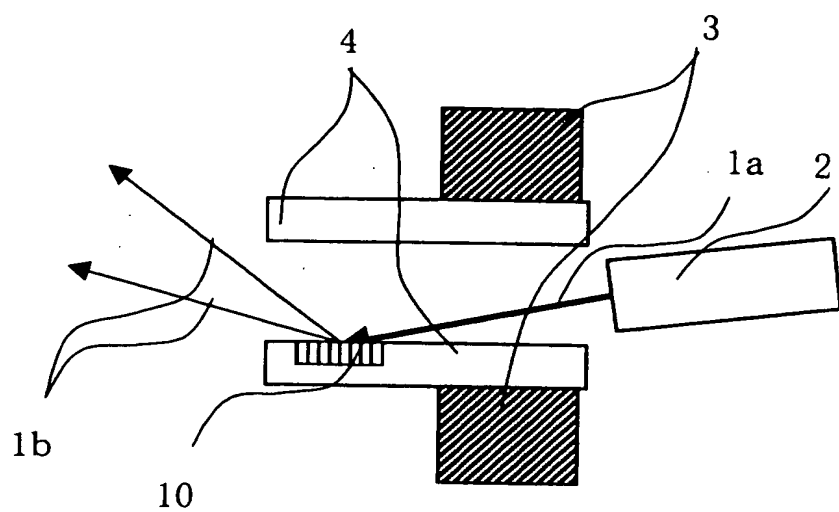
【図 3】



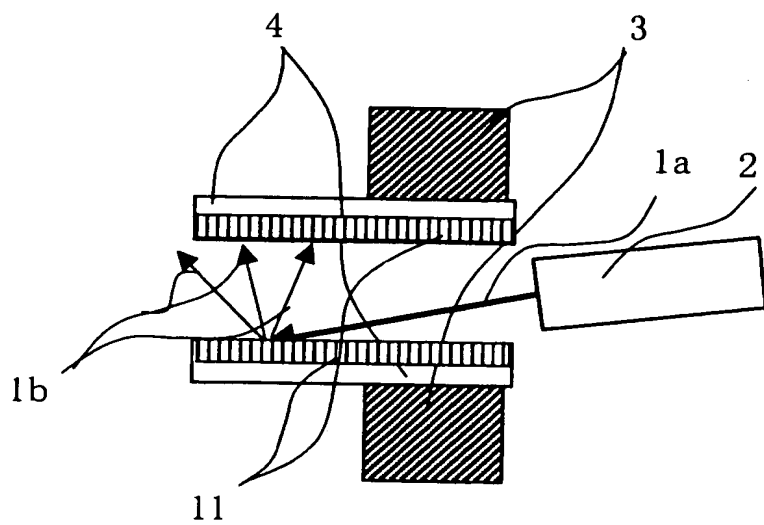
【図 4】



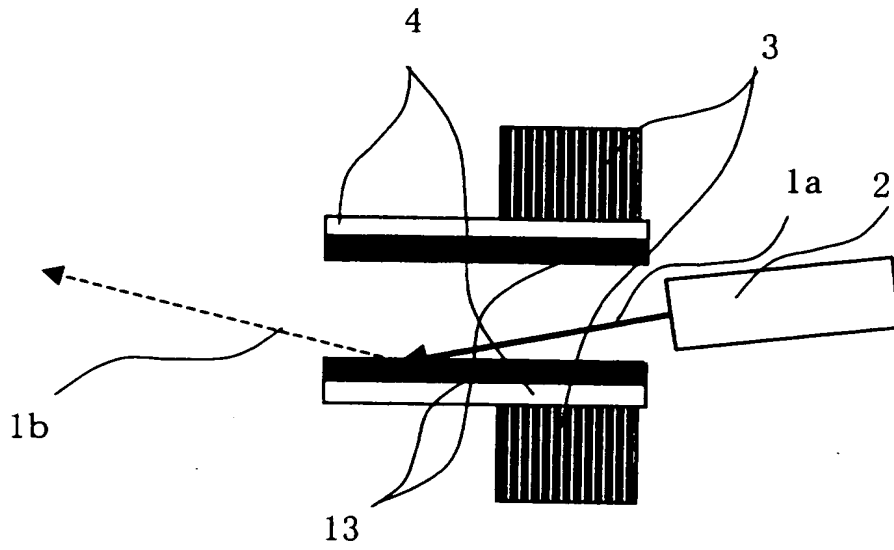
【図 5】



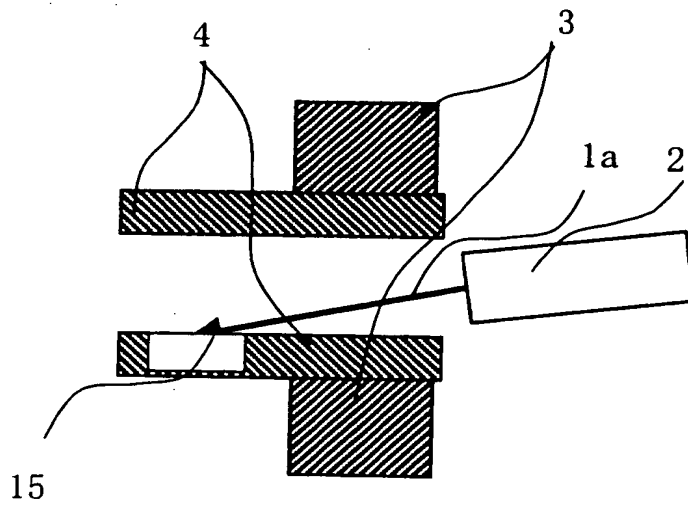
【図 6】



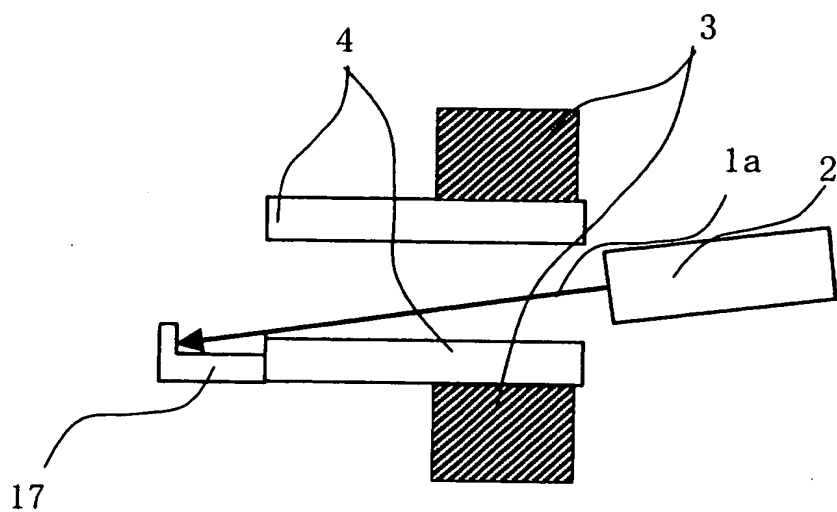
【図 7】



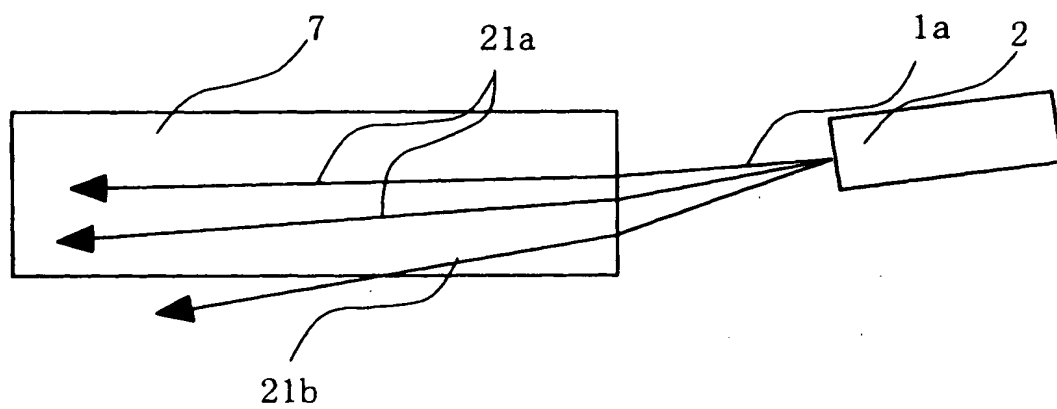
【図 8】



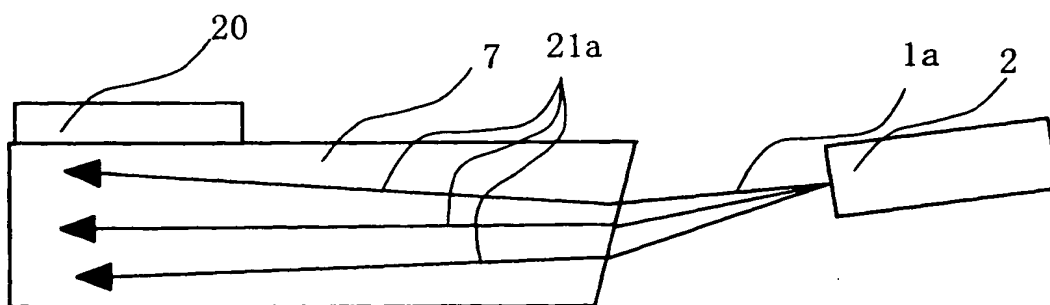
【図 9】



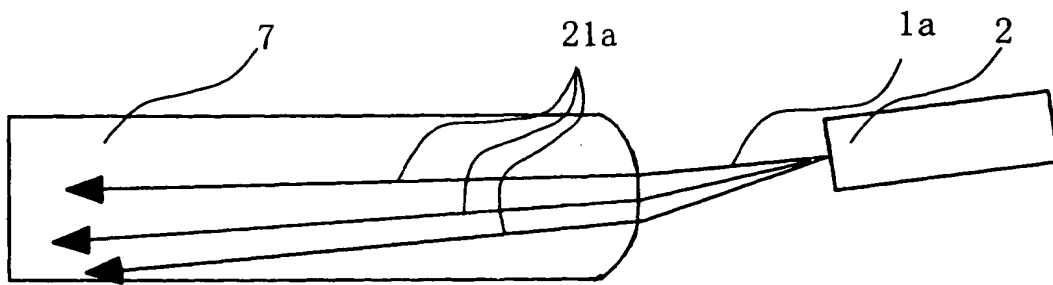
【図 10】



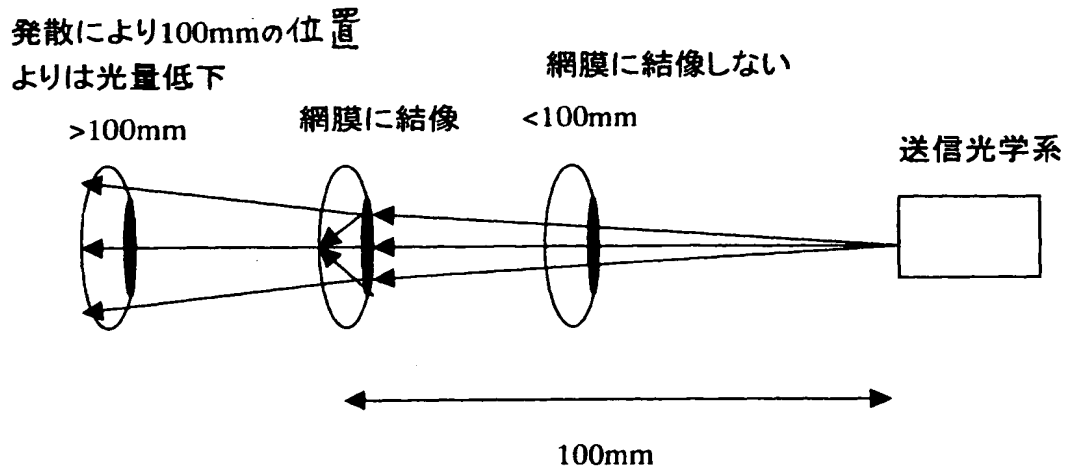
【図 11】



【図12】

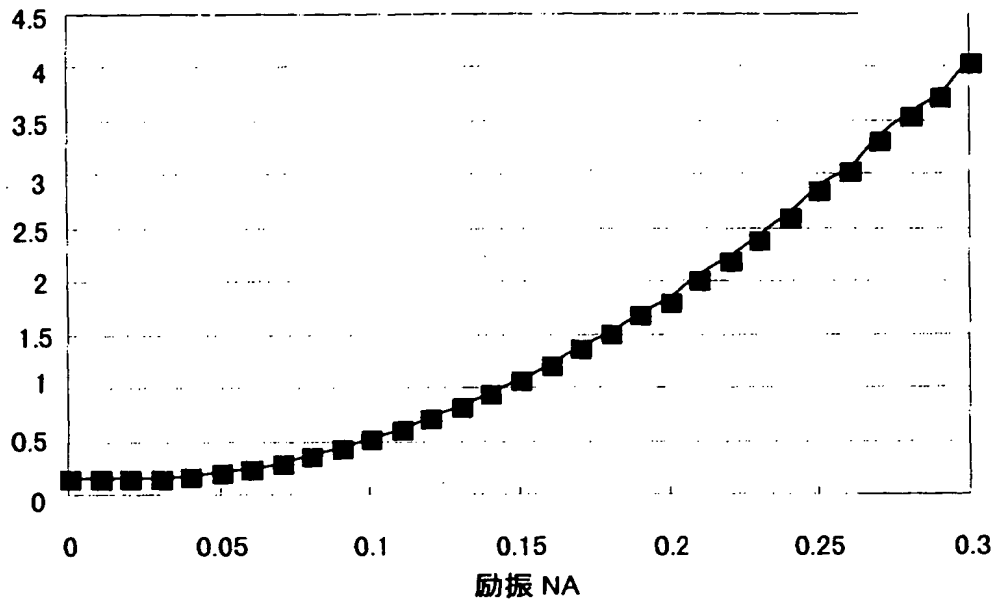


【図13】

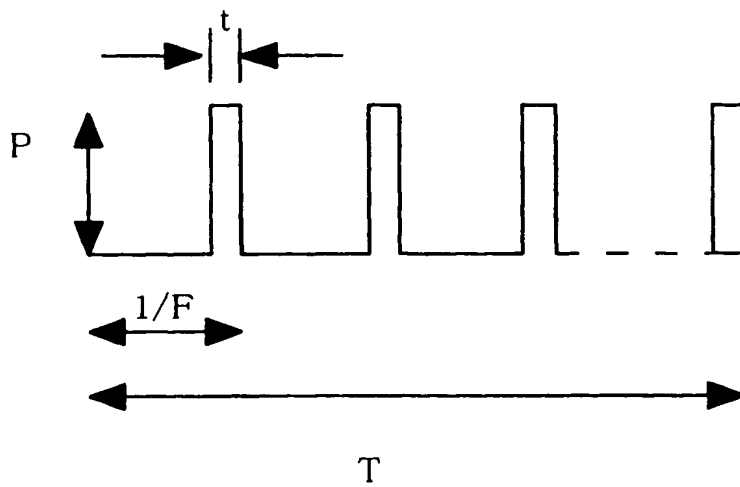


【図 1 4】

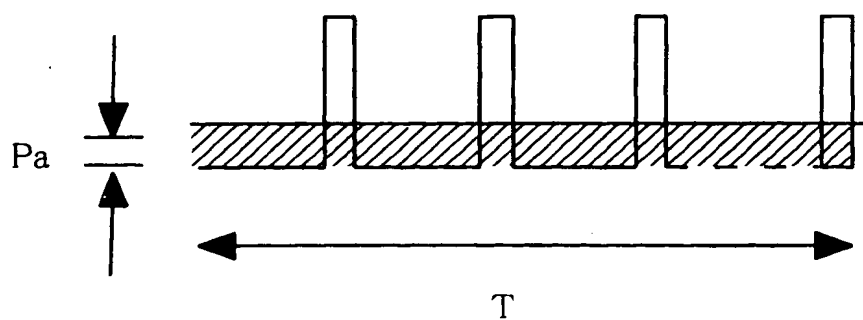
光ファイバへの入射光出力(mW)



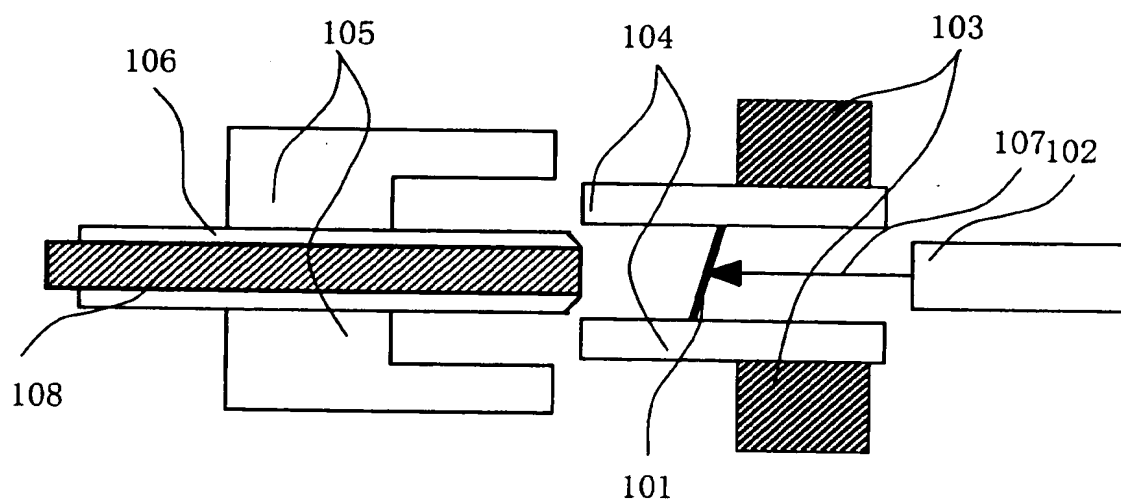
【図 1 5】



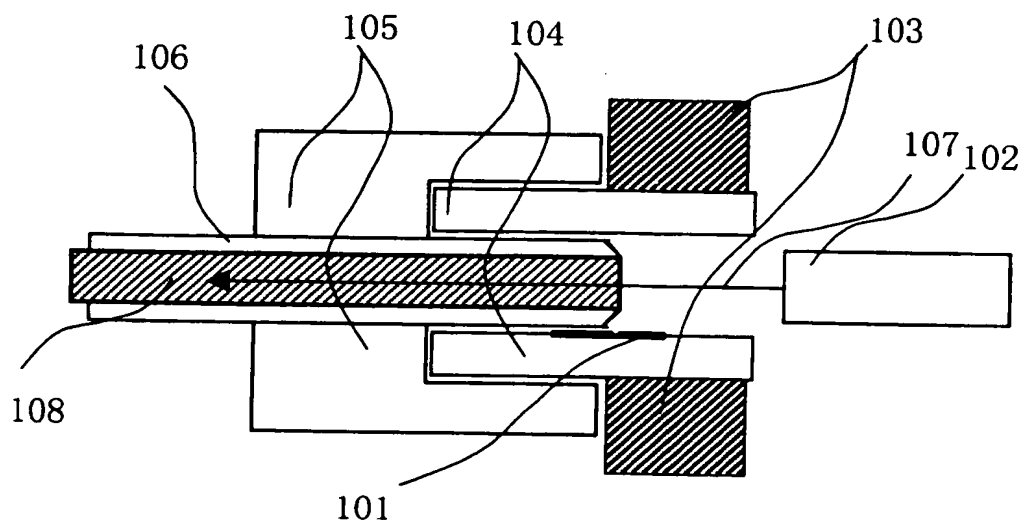
【図 16】



【図 17】



【図 18】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 LDを使用する場合その放射光のコヒーレンス性より光ファイバもしくはコネクタが外れた状態において送信光がLDより照射されると目や皮膚を損傷する危険性があるため、レーザ光線が通信モジュール外部へ漏れることを防止し、目の安全性を確保する。

【解決手段】 送信光を出射する放射部材と、放射部材に外部伝送用の光ファイバを離脱可能に接続するための接続具を備え、その接続具は光ファイバ接続時に光ファイバの端部を同軸に受入れて固定する筒状の収容部を有し、光ファイバ接続時には光放射部材からの送信光はその光軸が光ファイバの光軸と所定角度で交差して光ファイバ内へ入射し、光ファイバの離脱時には前記出射ビームが収容部内壁に衝突するように、放射部材と接続具とが配置されてなる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005049]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

氏 名 シャープ株式会社